

[illegible]

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 281

Qualidade da água e o uso e cobertura da terra da bacia de Ribeirão da Onça, Colombo, PR

Elenice Fritzsos
Lucilia Maria Parron
Luiz Eduardo Mantovani

Embrapa Florestas
Colombo, PR
2015

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba,
83411-000, Colombo, PR - Brasil

Caixa Postal: 319

Fone/Fax: (41) 3675-5600

www.embrapa.br/florestas

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê Local de Publicações

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos

Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida

Membros: Elenice Fritzsos, Giselda Maia Rego, Ivar

Wendling, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe,

Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello

Penteado, Valderes Aparecida de Sousa

Revisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos

Normalização bibliográfica: Francisca Rasche

Ficha catalográfica: Elizabeth Denise Roskamp Câmara

Editoração eletrônica: Rafaela Crisostomo Pereira

1ª edição - versão digital (2015)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**Embrapa Florestas**

Fritzsos, Elenice.

Qualidade da água e o uso e cobertura da terra da bacia de Ribeirão da Onça, Colombo, PR [recurso eletrônico] / Elenice Fritzsos, Lucília Maria Parron, Luiz Eduardo Mantovani. - Dados eletrônicos. - Colombo : Embrapa Florestas, 2015.

26 p. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958; 281)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

< <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221> >

Título da página da web (acesso em 23 out. 2015).

1. Qualidade da água. 2. Cobertura do solo. 3. Ribeirão da Onça. I. Parron, Lucília Maria. II. Mantovani, Luiz Eduardo. III. Título. IV. Série.

CDD 333.91 (21. ed.)

Autores

Elenice Fritzsons

Engenheira Agrônoma, Doutora, Pesquisadora
da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Lucilia Maria Parron

Bióloga, Doutora, Pesquisadora da Embrapa
Florestas, Colombo, PR

Luiz Eduardo Mantovani

Geólogo, Doutor, Professor do Depto. de
Geologia da UFPR, Curitiba, PR

Apresentação

O abastecimento de água nas regiões metropolitanas dos grandes centros urbanos constitui um grande desafio para os próximos anos, pois sempre há aumento na demanda por água potável, especialmente em áreas mais próximas às grandes conurbações. Além disso, a segurança hídrica é um novo desafio, amplamente divulgado pelas organizações nacionais e internacionais, e estende a disponibilidade de água não somente às pessoas, mas aos ecossistemas e ao desenvolvimento sustentável. No caso da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) há cenários que mostram que em 2030 os mananciais serão insuficientes para atender a demanda em termos de volume de água. O uso e cobertura da terra exerce influência na qualidade das águas, especialmente superficiais, sendo que o uso agrícola pode ser impactante e agravado pela falta de florestas ciliares. O objetivo deste trabalho foi o de monitorar a qualidade de água e caracterizar o uso e cobertura da terra na bacia de Ribeirão da Onça, na área rural do Município de Colombo, Região Metropolitana de Curitiba. Ao final do monitoramento, visa-se estabelecer uma relação entre o uso da terra e qualidade de água na bacia e propor formas de utilização mais racionais de uso da terra, visando à proteção das águas. Este trabalho apresenta os resultados parciais de uma atividade do Projeto Componente

3 (Monitoramento e caracterização quali-quantitativa dos recursos hídricos e sua relação com o uso das terras em bacias experimentais nos diferentes biomas brasileiros), o qual está inserido no Projeto Macro 1 (Impactos da agricultura e das mudanças climáticas nos recursos hídricos: diagnose e propostas de adaptação e mitigação em bacias hidrográficas nos diferentes biomas), de abrangência nacional.

Edson Tadeu Iede
Chefe Geral da Embrapa Florestas

Sumário

Introdução.....	9
Descrição da área.....	10
Avaliação e monitoramento da qualidade de água.....	12
Resultados obtidos da interpretação das análises de água.....	16
Distribuição do uso e cobertura da terra	19
Considerações finais	23
Referências	24

Qualidade da água e o uso e cobertura da terra da bacia de Ribeirão da Onça, Colombo, PR

Elenice Fritzsos

Lucília Maria Parron

Luiz Eduardo Mantovani

Introdução

O abastecimento de água nas regiões metropolitanas dos grandes centros urbanos está sendo comprometido de diversas maneiras, tanto pelo crescimento da população e inchamento das cidades, quanto devido ao avanço da urbanização para as áreas vizinhas, que são muitas vezes as áreas de recarga dos mananciais. Bolliman et al. (2013) colocam que a expansão das áreas urbanas tornou-se um problema mais grave do que o crescimento demográfico em si. Outro problema se refere à poluição, que dificulta o tratamento necessário para que as águas se tornem potáveis.

No caso da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) há cenários que mostram que em 2030 os mananciais poderão estar esgotados (ANDREOLI et al., 1999). O aquífero cárstico representa um potencial de exploração econômica segura para o abastecimento da região metropolitana de Curitiba, com menores custos de exploração, adução e tratamento, se comparado às alternativas de captação nos mananciais superficiais dos rios Várzea e Açungui (rios da região metropolitana) (BOLLIMAN et al., 2013).

A bacia de Ribeirão da Onça faz parte do aquífero cárstico da região metropolitana de Curitiba. Nela há extração de água subterrânea destinada ao consumo da cidade de Colombo e Curitiba e, também, há forte consumo de água para irrigação de hortaliças.

Na área do carste da região de Colombo há estudos que evidenciam que o uso da terra com a agricultura e mineração, bem como a falta de floresta ciliar em muitos trechos ao lado dos rios, tem afetado a qualidade de água fluvial (FRITZSONS, 1999, 2003). Fritzsons et al. (2003) verificaram que diversos parâmetros de qualidade de água se alteram com o evento da precipitação, que age como desencadeador de processos erosivos e elevam a turbidez das águas. Segundo esses autores, até mesmo o número de coliformes nestes corpos de água se altera em função da precipitação na bacia.

Para avaliar o impacto da agricultura sobre a qualidade de água superficial, este trabalho tem como objetivo monitorar a qualidade de água na bacia de Ribeirão da Onça, na área rural do Município de Colombo, Região Metropolitana de Curitiba. Ao final do monitoramento, visa-se estabelecer uma relação entre o uso da terra e a qualidade da água na bacia.

Descrição da área

A bacia se insere no Primeiro Planalto Paranaense, na região fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista (FOM), do Bioma Mata Atlântica. Está localizada a noroeste da cidade de Colombo, entre as coordenadas S 25°15'00" e S 25°17'30" e W 49°09'00" e W 49°13'00". Segundo a classificação de Köppen, baseada na temperatura e pluviosidade, o tipo climático da região é Cfb. Este clima se define como: clima pluvial temperado, com mês mais frio entre +18 e -3 °C. As precipitações são regulares todos os meses do ano, sem estação seca definida, podendo ocorrer geadas severas e nevadas raras (MAACK, 1981). A altitude varia entre 916 a 975 m. A bacia do Ribeirão da Onça compõe uma área de 22,56 km².

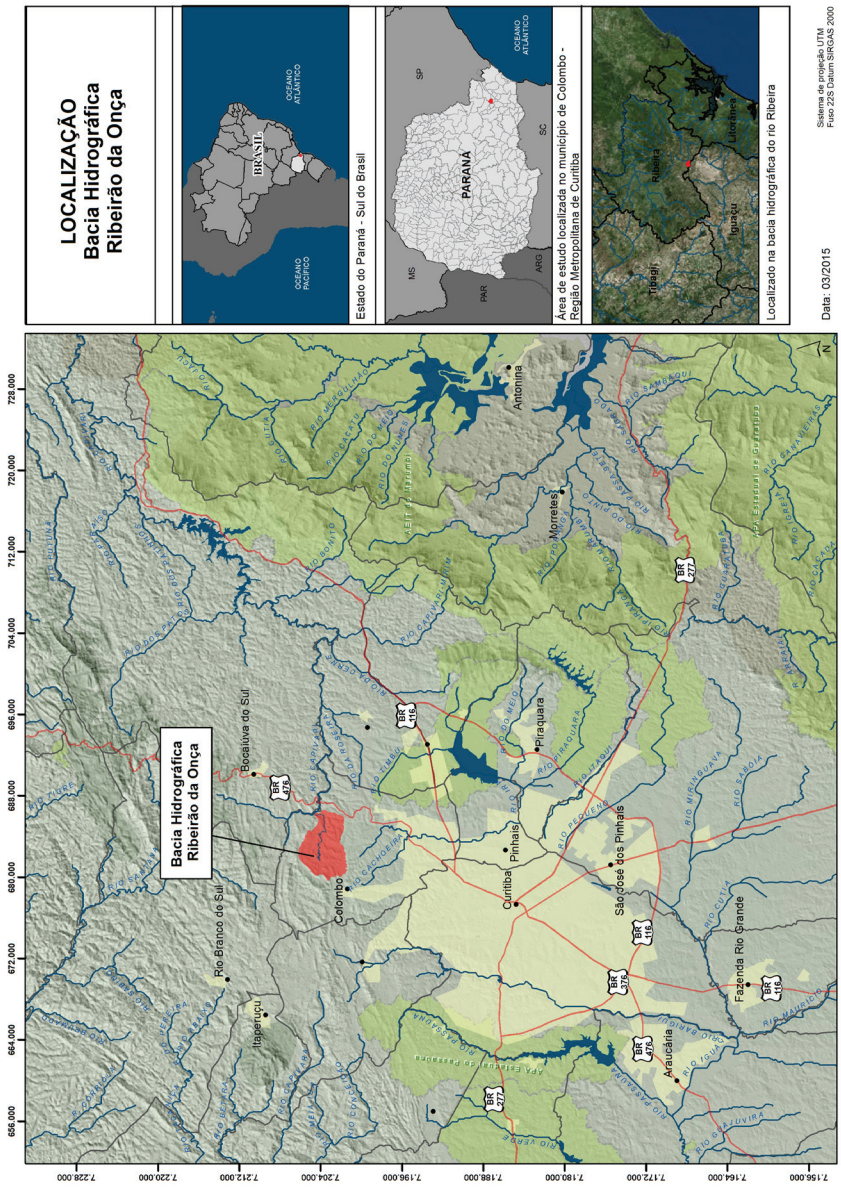


Figura 1. Localização da bacia de Ribeirão da Onça, Colombo, PR.

A área de estudo está inserida nos domínios de rochas do Grupo Açungui. Este foi subdividido originalmente por Bigarella e Salamuni (1958) nas Formações Setuva, Capiru e Votuverava, da base para o topo. O substrato geológico da região é do embasamento cristalino, grupo Açungui, formação Capiru. Esta Formação consiste fundamentalmente da sucessão de estratos dobrados, sob metamorfismo de baixo grau de litologias de filitos, metadolomitos e quartzitos, agrupados em ordem decrescente de área ocupada. Alguns níveis de meta-arenitos mais grosseiros afloram localmente. O *trend* regional da formação, assim como de todo o Grupo Açungui, é na direção NE-SW, porém na altura da bacia do Rio Fervida os alinhamentos estão dispostos latitudinalmente na direção E-W. Ao norte da bacia de Fervida se destaca a borda meridional da grande estrutural sinclinal do Morro Grande, no Município de Colombo.

Devido à carstificação das rochas carbonáticas (metadolomitos) há armazenamento de água subterrânea. O aquífero tem um grande potencial de abastecimento para a Região Metropolitana de Curitiba, sendo que o abastecimento urbano atinge $766 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ em 37 poços perfurados em 7 municípios (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2015a). Isto torna as bacias adequadas para produção de água para consumo agrícola e humano. A área de abrangência das rochas carbonatadas no estado do Paraná é de aproximadamente 5.570 km^2 (2,8% do Estado). Na RMC estas rochas distribuem-se especificamente nos Municípios e Almirante Tamandaré, Colombo, Campina Grande do Sul e Rio Branco do Sul, na bacia do Ribeira e, também, em Araucária e Curitiba, na bacia do Iguaçu (ROSA FILHO et al., 2011).

Avaliação e monitoramento da qualidade de água

Para monitorar a qualidade de água foram escolhidos sete locais ao longo dos rios, sendo seis deles em Ribeirão da Onça e um ponto na bacia vizinha, em Várzea do Capivari (ponto O), que foi adicionado ao estudo para controle (Figura 2). A coleta iniciou-se em fevereiro de 2014 e deve ser finalizada em dezembro de 2015 (Figura 3).

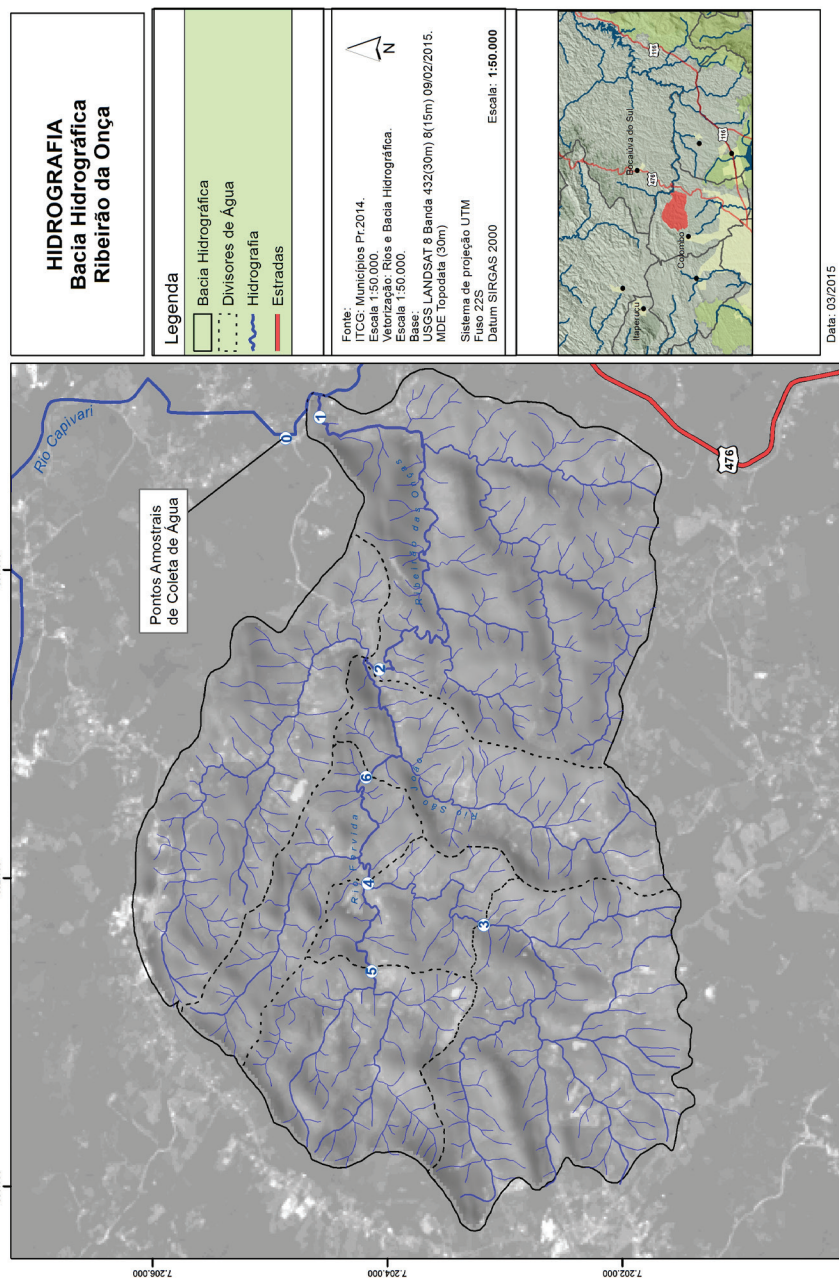


Figura 2. Localização dos pontos amostrais na bacia de Ribeirão da Onça, Colombo, PR.

Foto: Elenice Fritzsons



Figura 3. Coleta de água.

Até o momento foram realizadas 17 campanhas de campo. Em todas as amostras coletadas foram analisados os seguintes parâmetros: turbidez, cor, pH, condutividade, sólidos dissolvidos e alcalinidade. De forma esporádica foram analisados: presença ou ausência de coliformes totais e fecais, a série completa de nitrogênio (N Kjeldahl, N amoniacal, N orgânico, nitrito e nitrato), bicarbonato e fosfato. Além disso, foi verificada a presença de resíduos dos seguintes agrotóxicos: atrazina, clorpirifós, metamidofós e lindano. As datas de coletas e parâmetros químicos e biológicos avaliados são apresentados na Tabela 2.

Os dados de precipitação diários do período de monitoramento foram obtidos de duas estações pluviométricas que estão situadas próximas às bacias, sendo uma estação manual (Várzea – código 02549108) e a outra uma estação automática (Colombo Copel – código 02549090). Estes dados estão sendo disponibilizados pelo Instituto das Águas do Paraná (2015b).

Tabela 2. Parâmetros de qualidade de água monitorados na bacia hidrográfica de Ribeirão da Onça (fevereiro de 2014 a abril de 2015), Colombo, PR.

Parâmetros	Número de coletas	Datas 2014	Datas 2015
Turbidez, cor, pH, condutividade, sólidos dissolvidos, alcalinidade	17	4/02; 18/02; 12/03; 15/05; 29/05; 04/06; 11/09; 24/09; 02/10; 10/10; 22/10; 04/11; 10/11	10/02; 19/02; 26/02; 04/03; 02/04
Presença ou ausência de coliformes totais e fecais	7	4/02; 17/03; 22/04; 14/05; 15/05; 05/06;	19/02
N total, N amoniacal, N orgânico, nitrito e nitrato	7	4/02; 18/02; 12/03; 29/05	04/03
Bicarbonato	10	15/05; 29/05; 04/06; 24/09; 02/10; 10/10; 22/10; 10/02; 26/02	10/02; 19/02; 26/02
Fosfato	1	29/05, 10/10	
Atrazina, clorpirifós, metamidofós e lindano	3	04/06; 12/10	26/02

Para os dados de precipitação, foi composta a precipitação acumulada em cinco, sete e dez dias antes do dia da coleta. Isto foi feito para verificar a influência da precipitação na alteração dos parâmetros de qualidade de água, conforme já demonstrado em outros trabalhos (FRITZSON, 2003).

Com os dados resultantes desta amostragem foram feitas as seguintes análises: análises descritivas (valor máximo, mínimo, média e desvio padrão) e as multivariadas: de agrupamento (cluster), de correlação múltipla e de componentes principais.

Resultados obtidos da interpretação das análises de água

Das análises usualmente realizadas das amostras coletadas em todos os pontos, observa-se grande variação nos resultados obtidos, o que indica alta variabilidade de condições existentes nas bacias. Os parâmetros analisados são comparados aos valores máximos (de referência) definidos para consumo humano, para as principais características e substâncias químicas inorgânicas, pela Resolução Conama no 357/2005 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005) e Portaria do Ministério da Saúde nº. 2914/2011 (BRASIL, 2011) (Tabela 3).

Tabela 3. Valores dos parâmetros de qualidade de água obtidos na bacia Ribeirão das Onças, Colombo, PR.

	Cor (uH)	Turbidez (UNT)	Condutividade (us cm ⁻¹)	pH	Sólidos dissolvidos totais (mg L ⁻¹)	Alcalinidade (mg L ⁻¹ de CaCO ₃)
Referência *	15	5	100	6,5-9,5	1000	400
Média	21,1	12,0	282,1	7,8	185,3	112,7
Desvio padrão	56,2	15,5	64,0	0,2	42,4	47,9
Valor mínimo	0,3	0,0	128,0	6,8	85,0	9,3
Valor máximo	400,0	67,0	397,0	8,5	285,0	184,3
Amplitude	399,7	67,0	269,0	1,7	200,0	175,0

* Brasil (2011); Conselho Nacional de Meio Ambiente (2005)

A alcalinidade determina a quantidade de substâncias alcalinas presentes na amostra, ou seja, substâncias que provocam elevação do pH. A alcalinidade total é a soma da alcalinidade cáustica, produzida por hidróxidos, com as alcalinidades produzidas por carbonatos e bicarbonatos. Em geral, águas drenadas de terrenos de rochas calcárias apresentam maior alcalinidade do que de terrenos de rochas não calcárias.

A turbidez é causada pela presença de partículas em suspensão grosseira e coloidal. A erosão das margens dos rios decorrente de revolvimentos mecânicos e a ausência de floresta ciliar são causas de aumento da turbidez. Em geral, a turbidez se eleva com precipitações mais intensas, especialmente nas áreas sem proteção de floresta ciliar.

O pH indica o caráter alcalino ou ácido da água, sendo a faixa ideal de pH de 6 a 9. O pH 7 indica equilíbrio entre substâncias ácidas e alcalinas.

Os sólidos totais são medidos pela massa dos sólidos em suspensão grosseira, coloidal e sólidos dissolvidos presentes na amostra, após evaporação e secagem a 103-105 °C. Os sólidos totais apresentam relação com a condutividade elétrica, sendo representados, em sua maioria, por sólidos dissolvidos em água, dos quais se destacam dois tipos: compostos iônicos e compostos catiônicos. Desta forma, quando mensuramos a condutividade elétrica de uma amostra estamos quantificando uma grande quantidade de compostos nela contidos - uns positivos, outros negativos e que, em solução, permitem a passagem da eletricidade. A condutividade elétrica para rios de água doce varia de 0 a 800 $\mu\text{S cm}^{-1}$. A importância do estudo da condutividade elétrica se dá por ela ser um bom indicador da concentração de minerais na água (PALMA-SILVA, 1999).

De 32 amostragens para coliformes fecais e totais analisadas observou-se presença de ambos em 28 amostras e em 14

amostras foi verificada a ausência de ambos. A presença de coliformes fecais nas águas pode ser justificada pelas moradias perto dos rios e criação de animais e, ainda, pela utilização de cama de aviário nos canteiros agrícolas.

Dentre os agrotóxicos, verificou-se na primeira coleta (junho) a presença de atrazina, clorpirifós, metamidofós e lindano em alguns pontos. Alguns valores estavam acima dos recomendados pela Portaria MS Nº 2914 DE 12/12/2011 (Federal) (BRASIL, 2011), que normaliza a água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água. Deve ser observado que esta Portaria não é voltada para as águas naturais. Na segunda coleta (outubro), quatro meses depois, não foram detectados resíduos de agrotóxicos em nenhum local amostrado. Outras análises de agrotóxicos serão feitas no ano de 2015.

Os valores de nitrogênio total encontrados nas amostras foram mínimos e estão dentro dos padrões da classe 1 do CONAMA, destinada às águas de abastecimento. O nitrogênio total é a soma de quatro espécies, que constituem a chamada série do nitrogênio: nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Na decomposição da matéria orgânica o nitrogênio se transforma em amônia. A ureia, presente na urina, também se decompõe rapidamente em amônia que, por sua vez, é oxidada a nitrito e depois a nitratos. O nitrogênio nas águas fluviais é proveniente tanto de esgotos como de adubos nitrogenados. Fritzsons et al. (2011) verificaram, para a área do Ribeirão da Onça, que a quantidade de nitrogênio aplicado em forma de fertilizante químico e orgânico somados aos dejetos provenientes de fossas poderão ser impactantes para o aquífero ao longo de anos.

Com os resultados obtidos para os parâmetros turbidez, condutividade, cor e pH, realizou-se a análise de correlação

múltipla, incluindo-se a precipitação acumulada em 5, 7 e 10 dias antes da coleta, tanto para a estação pluviométrica manual, quanto para a automática. A correlação da precipitação com os parâmetros de qualidade de água é importante, pela sua influência na alteração dos mesmos, já observada em trabalhos de pesquisa para aquela área (FRITZSONS et al., 2013). A correlação dos parâmetros com a precipitação foi feita com todos os valores obtidos para todas as bacias em conjunto e de forma separada, isto é para cada sub-bacia. Foram obtidas correlações moderadas e fortes para precipitação e condutividade, precipitação e pH, e precipitação de sete e de dez dias antes da coleta.

Com a análise de componentes principais ficou evidente que a condutividade é um fator de maior variação, ou seja, de maior importância, dentre os tratados na análise com os parâmetros de rotina.

A análise de cluster evidenciou os pontos de coleta similares e distantes quanto à qualidade de água. Estudos que envolvem o uso e ocupação da terra, presença e ausência de floresta ciliar e mesmo hidrológicos (de vazão) poderiam explicar estas semelhanças entre as sub-bacias.

Distribuição do uso e cobertura da terra

A produção agrícola é composta, predominantemente, pelo cultivo de hortaliças (Figura 4), mas há também culturas tradicionais de milho e feijão produzidas em pequenas propriedades rurais, sendo normalmente utilizada a mão de obra familiar. Os produtores intensificam cada vez mais a produção por meio da utilização de agrotóxicos, adubos químicos e irrigação. O reflorestamento é feito com bracatinga, embora sejam verificados, esporadicamente, pequenos talhões de pinus e eucaliptos.

Foto: Elenice Fritzsos



Figura 4. Aspectos de cultivo de hortaliças na bacia do Rio Fervida, Colombo, PR.

Foi composto o mapa de uso e cobertura da terra (Figura 5). Em cada ponto de coleta da bacia de Ribeirão da Onça foi delimitada a bacia hidrográfica correspondente. Assim, foram delimitadas 7 bacias hidrográficas. Isto foi feito para relacionar o uso da terra com a qualidade de água no respectivo ponto de coleta.

As tipologias para uso e cobertura da terra foram: Floresta natural (FOM), Floresta plantada, Campos (pastagens), Agricultura, Edificações e Mineração.

Verificou-se que na bacia de Ribeirão da Onça há forte presença de florestas, tanto naturais (41%), quanto plantadas (25%). Há reflorestamento de bracatinga, de pinus e de eucalipto. A agricultura representa 23% e é dominada pela horticultura. Das edificações fazem parte os galpões, residências e estradas. A mineração de metadolomitos está presente (0,9%) especialmente na porção norte da bacia. Há poucas áreas de pastagens (1,7%) (Figuras 5 e 6).

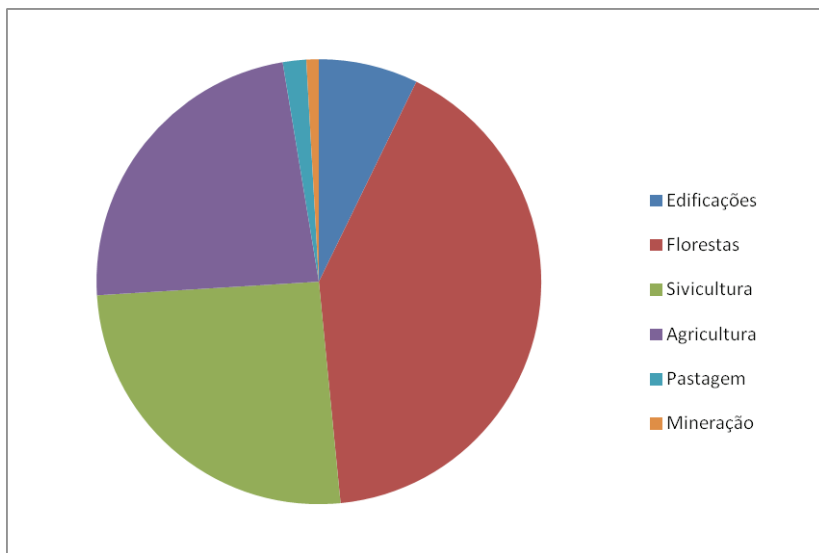


Figura 5. Distribuição percentual do uso e cobertura da terra na bacia de Ribeirão da Onça,Colombo, PR.

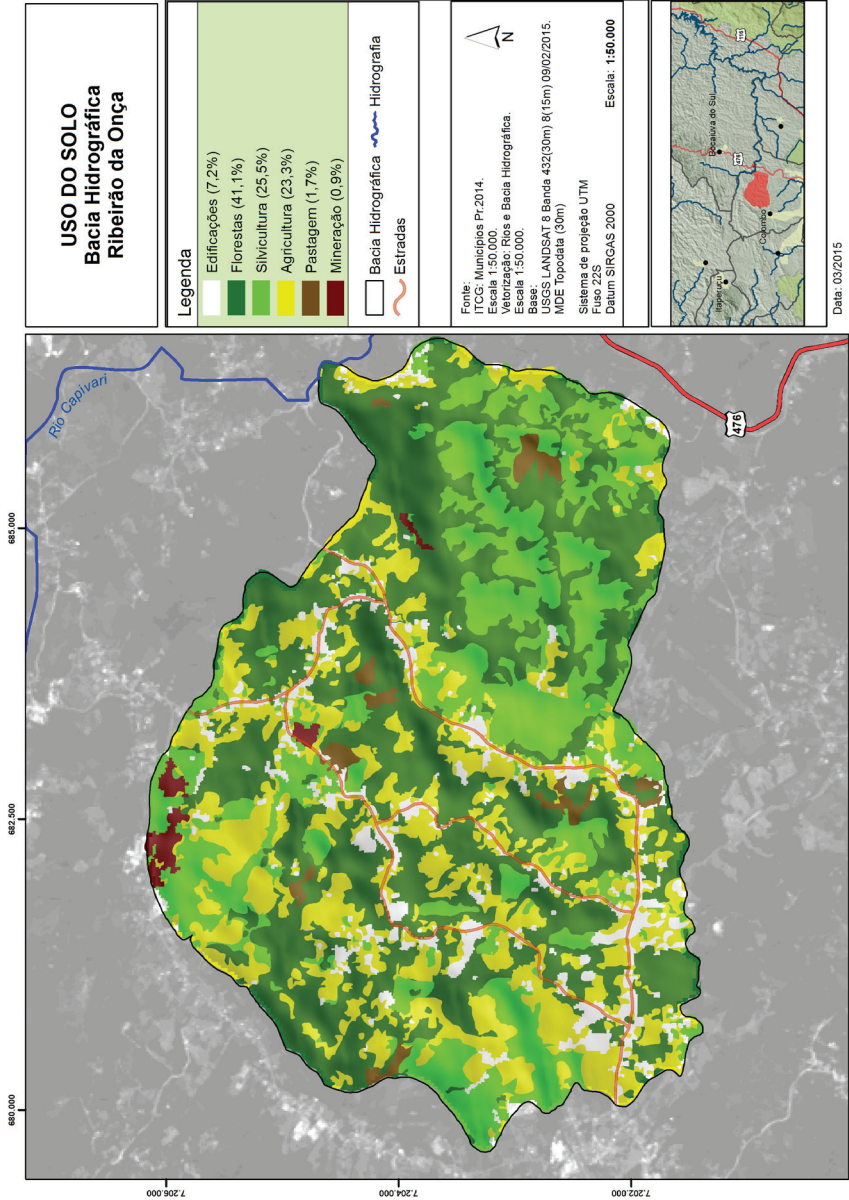


Figura 5. Uso e cobertura da terra na bacia de Ribeirão da Onça, Colombo, PR.

Considerações finais

Os resultados das análises de água são preliminares e o objetivo de analisá-los nesta etapa do trabalho é o de orientar novos estudos e redirecionar ou complementar, se necessário, a pesquisa que deve ser finalizada em 2016.

Foi verificado que o uso da terra na bacia é intenso e ocupado fortemente pela agricultura de hortaliças e florestas plantadas. Esta ocupação com a agricultura ocorre até muito próximo dos rios e a ausência de floresta ciliar nas áreas agrícolas é evidente.

As cartas de conflito de uso da terra, com foco na presença de floresta ciliar, bem como de classes de declividade do terreno serão feitas. Com isso, espera-se estimar a vulnerabilidade das bacias ao impacto submetido pela horticultura desta região e, a partir dessas informações, indicar usos da terra mais adequados, visando à proteção da água. Estas informações poderão ser utilizadas pelos órgãos estaduais e municipais competentes como subsídios ao planejamento e gerenciamento ambiental e agrícola desta região.

Foi observada alta variabilidade nos parâmetros de qualidade de água na bacia e isto é importante para caracterizar as subbacias e verificar as semelhanças e diferenças entre elas. Posteriormente, de posse de todos os parâmetros de qualidade de água, deve-se estimar a relação entre a qualidade de água e uso e cobertura da terra, a presença e ausência de floresta ciliar e as classes de declividade.

Ao final deste estudo, espera-se ter um diagnóstico da qualidade de água superficial desta região do carste paranaense, próxima a um grande centro urbano, que é submetido à exploração agrícola intensiva e também sobre a importância da presença da floresta ciliar para minimizar este impacto nos cursos d'água.

Referências

ANDREOLI, C. V.; DALARMI, O.; LARA, A. I.; ANDREOLI, F. N. Limites ao desenvolvimento da região metropolitana de Curitiba, impostos pela escassez de água. In: **SANARE: Revista Técnica da Sanepar**, Curitiba, v. 12, n. 12, p. 31-41, jul./dez. 1999.

BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. Estudos preliminares da Série Açungui. VIII: Formação Votuverava. **Boletim do Instituto de História Natural: Geologia**, Curitiba, v. 2, p. 1-6, 1958.

BOLLIMAN, H. A.; GASPARIN, D. C.; DUARTE, F. Restrição ambiental ou oportunidade para o desenvolvimento sustentável? Aquífero Carste na Região Metropolitana de Curitiba. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v.15, n. 30, p. 645-665, dez. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 239, p. 39, 14 dez. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357, DE 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005.

FRITZSONS, E. Avaliação do impacto da contaminação por nitrogênio na bacia hidrográfica cárstica de Fervida/Ribeirão das Onças – Colombo/PR. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; PARRON, L. M.

Turbidity as a measure for assessing ecosystem services promoted by riparian forests on water bodies. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE IUFRRO, 3., 2013, San José. **Bosques, competitividad y territorios sostenibles**. San José: CATIE; [S.l.]: IUFRRO, 2013. 1 p. IUFRROLAT 2013.

FRITZSONS, E. ; MANTOVANI, L. E; RIZZI, N. E. A influência da vazão, precipitação e uso da terra na alteração do número de coliformes em ambiente lótico do carste curitibano. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 5, n. 1, p. 66-75, jan./abr. 2003.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; ROSA FILHO, E.

Groundwater nitrogen pollution by conventional horticultural production in karst areas of the state of Paraná, Brazil. In: BIBLIO, C.; HENSEL, O.; SELBACH, J. F. (Org.). **Sustainable water management in the tropics and subtropics and case studies in Brazil**. Jaguarão: Fundação Universidade Federal do Pampa, 2011. v. 1. p. 409-422.

HINDI, E. C.; ROSA FILHO, E. F.; LUCENA, L. R. F. ;

BITTENCOURT, A. L.; MANTOVANI, L. E.; XAVIER, J. M.; NADAL, C. A.; GIUSTI, D. A. Características hidrogeológicas do aquífero cárstico em Colombo (PR) e impactos ambientais resultantes da sua exploração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., 2002, Florianópolis. **Livro de resumos...** Florianópolis: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2002. v. 1. p. 50-61.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Monitoramento de dados hidrológicos**. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=5>> .

Acesso em: 03 ago. 2015a.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Sistemas de informações hidrológicas**. Disponível em: <<http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAltura.do?action=carregarInterfacelncial>>. Acesso em: 25 fev. 2015b.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981.

PALMA-SILVA, G. M. **Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração do Rio Corumbataí – SP**. 1999. 155 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Integrado de Recursos) - Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

ROSA FILHO, E. HINDI; E. C.; MANTOVANI, L. E.; BITTENCOURT. A. V. L. **Aquíferos do Estado do Paraná**. Curitiba, 2011. 200 p.

Embrapa

Florestas